

تأثير التسميد الحيوي على بعض معايير النمو الخضري والإنتاجية والنوعية لنبات الخس ضمن ظروف البيت المحمي

نسرين ديب⁽¹⁾* و اليسار شعبو⁽¹⁾ و عمار عسكرية⁽¹⁾ و عمر حمودي⁽¹⁾ و أمل حاج حسن⁽¹⁾ و عمار عباس⁽¹⁾ و سلاف حلوم⁽¹⁾ و رامي عدرة⁽¹⁾

(1). مركز البحوث العلمية الزراعية باللاذقية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سورية.

(*للمراسلة: د. نسرين ديب. البريد الإلكتروني: nserndibsh@gmail.com، جوال: 0934373387).

تاريخ الاستلام: 2023/05/17 تاريخ القبول: 2023/09/25

الملخص

نفذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية، ضمن بيت محمي مزروع بالخس مساحته 400 م²، خلال خريف 2022 بهدف دراسة تأثير استخدام التسميد الحيوي على بعض معايير النمو الخضري والنوعية والإنتاجية لنبات الخس، تم تقسيم التجربة وفقاً لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة، حيث شملت التجربة ثلاث معاملات توزعت كما يلي: (شاهد تربة بدون تسميد، تسميد بحقن التربة بالسماد الحيوي *Bacillus subtilis* (Bs). تم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي Genstate12، واختبار تحليل التباين ANOVA، وحساب قيمة LSD عند مستوى معنوية 5%. أظهرت النتائج بأن الأسمدة الحيوية قد ساهمت في تحسين صفات النمو الخضري لنبات الخس مقارنة بالشاهد. لوحظ أعلى وزن للساق في معاملة السماد الحيوي (Bb) (99.67 غ) تلاه معاملة السماد الحيوي (Bs) (71 غ) مقارنة مع الشاهد (68 غ). وتفوق السماد الحيوي (Bb) من ناحية تأثيره على وزن اللب (202 غ) مقارنة مع السماد الحيوي (Bs) (97.3 غ) والشاهد (145 غ). كما ساهم السماد الحيوي (Bb) في زيادة طول الجذر (16.3 سم) مقارنة مع السماد الحيوي (Bs) والشاهد (12 و 12.3 سم) على التوالي. ساهم التسميد الحيوي في زيادة متوسط مساحة المسطح التمثيلي ودليل المسطح الورقي مقارنة بالشاهد بفروق معنوية واضحة، وسجلت أعلى قيمة لهما في معاملة السماد الحيوي (Bs) 7924 سم²/نبات و 4.95. أما بالنسبة للمعايير الإنتاجية فقد ساهم نوعي السماد الحيوي في تحسين المعايير الإنتاجية مقارنة بالشاهد. حيث سجل أعلى وزن للنبات في معاملة السماد الحيوي (Bb) (811.7 غ) تلاها معاملة السماد الحيوي (Bs) (641 غ) مقارنة بالشاهد (583.7 غ). كما تبين النتائج دور السماد الحيوي في زيادة الإنتاجية في وحدة المساحة م². حيث بلغت إنتاجية وحدة المساحة في معاملة السماد الحيوي (Bb) 5.07 كغ وفي معاملة السماد الحيوي (Bs) 4 كغ. ساهمت المعاملة بكلا نوعي السماد الحيوي في زيادة النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة (4.56% و 3.7%) لكل من السماد الحيوي (Bs) والسماد الحيوي (Bb) على التوالي. وبلغت متوسط النسبة المئوية لنسبة المادة الجافة في معاملة السماد الحيوي (Bs) 6.60% وفي معاملة السماد الحيوي

(Bb) 5.37% مقارنة بمعاملة الشاهد 5.82%. بالتالي توضح النتائج دور الأسمدة الحيوية في نمو النبات كمصدر مستدام ومستمر.

الكلمات المفتاحية: الخس، تسميد حيوي، بيت محمي، *Bacillus*، *Beauveria bassiana*، *subtilis*، تركيز النتترات، الإنتاجية.

المقدمة:

يعد الخس *Lactuca sativa* L. أحد أهم نباتات العائلة المركبة *Compositae*، نباتات ذاتية التلقيح، من المحاصيل الشتوية التي تحتاج لدرجات حرارة منخفضة لنموها، تزرع في الحقل المفتوح أو تحت ظروف البيوت المحمية. يعد أحد أهم المحاصيل المستهلكة بصورة طازجة لاحتوائها على الفيتامينات A, K, C وغيرها من المواد الغذائية كمضادات الأكسدة والفلافونيدات والفوليك أسيد التي لها دور كبير في الحماية من الإصابة بالسرطان (Rather et al., 2018). ووفقاً لإحصائيات منظمة الـ FAO لعام 2021، فقد بلغ الإنتاج العالمي من الخس (27011747) مليون طن. في سورية فقد بلغت المساحة المزروعة بالخس عام 2020 (2797) هكتاراً، أعطت كمية إنتاج (56516) طناً، موزعة على المحافظات المختلفة وبخاصة في إدلب (490) هـ، ريف دمشق (455) هـ، وحماه (359) هـ، تليها محافظة طرطوس (303) هـ، في حين أن المساحة المزروعة باللذقية هي (255) هـ (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية لعام 2020). وترجع معظم الأصناف المحلية والأجنبية التي تزرع في سورية إلى مجموعة الخس ذات الرؤوس المتطاولة (Romaine) ذات القيمة الغذائية العالية (Ryder, 1999).

يرتبط الإنتاج الكمي والنوعي للخس بالعديد من العوامل أهمها التسميد التي لا بد من أن تضاف الأسمدة بصورة متوازنة، لكن يعمل المزارعون على استخدام كميات كبيرة من الأسمدة دون الأخذ بعين الاعتبار صحة الإنسان وسلامة البيئة (Bahadur et al., 2000 and Hanafy et al., 2006). تسبب هذه الأسمدة العديد من الأضرار للبيئة ومصادر المياه والكائنات النافعة (Youssef and Eissa 2014). مع زيادة عدد السكان وقلة المساحات المزروعة وفقدان الإنتاجية لا بد من التوجه نحو إنتاج منتج نظيف مستدام ذو قيمة عالية (كمية ونوعية) يعتمد على عناصر مكافحة الحويية والأسمدة العضوية والحيوية وغيرها من المركبات البديلة (Raja, 2013).

إن الزراعة العضوية أحد الاستراتيجيات الهامة لحماية الغذاء وحماية التنوع الحيوي في التربة (Araujo et al., 2008). تعتمد المزارع العضوية على الكائنات النافعة الموجودة في التربة والتي تحسن من خواص التربة، وتزيد من إتاحة العناصر الغذائية للتربة، كما تحمي النبات من العديد من مسببات الممرضة من خلال إنتاجها للعديد من الإنزيمات المحللة، أو المضادات الحيوية (Egamberdieva et al., 2008, Berg 2013 and Mendes et al., 2013).

هناك العديد من الكائنات النافعة والبكتريا التي تستخدم كسماد حيوي أو مبيد حيوي التي تستعمر منطقة الرايزوسفير والتي تعمل على تحسين خصوبة التربة لدورها الهام في العمليات الحيوية في التربة وتحلل المادة العضوية مما يسهل تزويد النبات بالعناصر الغذائية اللازمة الموجودة أصلاً في التربة لهذا يعد السماد الحيوي أحد مكونات الزراعة المستدامة (Bargaz et al., 2018). يعرف السماد الحيوي على أنه مستحضر مكون من خلايا كائنات نافعة سواء كانت عذلة واحدة أو عدة عزلت تعمل على تعزيز نمو النبات من خلال زيادة إتاحة العناصر الغذائية وتسهيل حصوله عليها، حمايته من العديد من مسببات الممرضة، وتحسين خواص التربة (Riaz et al., 2020).

أشار Riaz *et al.*, 2020 إلى أنه قد يكون لبعض الكائنات الدقيقة التي تستخدم في التربة كسماد حيوي تطبيقات أخرى مفيدة (مبيدات حيوية – محفزات نمو) كما هو الحال في البكتيريا المحفزة لنمو النبات (PGPB) Plant Growth Promoting Bacteria ولكن السماد الحيوي يمكن أن يحقق فوائد مباشرة وغير مباشرة للنبات مثل إنتاجه لمحفزات النمو، مقاومة الإجهادات الحيوية وغير الحيوية وقد يستخدم كعوامل مكافحة حيوية (Bhardwaj *et al.*, 2014, Ferreira *et al.* 2019, Liu *et al.*, 2020). كما للبعض منها القدرة على إنتاج مضادات حيوية تثبط نمو المسببات الممرضة أو تنافسها على الغذاء مما يقلل قدرتها على إحداث المرض (García-Fraile *et al.*, 2015).

بين Ahmed *et al.* (2000) إن استخدام السماد الحيوي الحاوي على *Azotobacter* sp يحسن من إنتاج نبات الخس وطول النبات، عدد الأوراق والوزن الأخضر. كما بين Menamoa and Woldeb (2013) بأن معاملة نبات الخس بالسماد الحيوي Cyanobacteria ساهم في زيادة عدد الأوراق، مساحة الورقة، طول الورقة ووزن الورقة الأخضر والجاف. كما وضع González *et al.* (2019) بأن أعلى إنتاجية من نبات الخس تم الحصول عليها عند معاملة نباتات الخس بالسماد الحيوي الحاوي على عدد من الكائنات النافعة بمعدل 10 ml/m^2 .

إن الاستخدام الزائد للأسمدة الكيميائية وتراكمها في التربة وفي المياه الجوفية أثر بصورة كبيرة على التوازن الحيوي في التربة كما أثر على إنتاجية المحاصيل الزراعية نظراً لتدهور الترب الزراعية بالتالي إن إدارة الغذاء يساعد في الحفاظ على التربة وزيادة إنتاجية المحاصيل بصورة مستدامة، ومن الأهمية بمكان البحث عن بدائل للتسميد المعدني من خلال الاستفادة من الكائنات الحية الموجودة في تربنا السورية والاستفادة منها في تحسين نمو النبات بالتالي هدفت هذه الدراسة لمعرفة تأثير نوعين من السماد الحيوي على بعض معايير النمو الخضري وإنتاجية نبات الخس المزروع تحت ظروف البيت البلاستيكي والري بالتنقيط.

مواد البحث وطرائقه:

1- مكان تنفيذ البحث:

نفذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية باللاذقية، ضمن بيت محمي مساحته 400 م²، مجهز بشبكة ري بالتنقيط، خلال خريف 2022. تم تحليل تربة البيت قبل زراعته وكذلك تم تحليل ترب المعاملات المختلفة بعد تجهيز الأرض والزراعة والمعاملة بالأسمدة الحيوية في محطة الهنادي التابع لمركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية، حيث تم أخذ عينات من التربة بقلع نبات واحد من كل مكرر وأخذ عينة من التربة (0.5 كغ) في منطقة انتشار الجذور لكل عينة، تم حفظها في أكياس من النايلون الشفاف لحين إجراء التحليل اللازم، حيث تم تحديد الخواص الفيزيائية للتربة ونسبة المادة العضوية اعتماداً على طريقة (Walkly and Black 1934) وتم تقدير الأزوت المتاح (بصورة أزوت أمونياكي) بطريقة الهضم اعتماداً على طريقة (Bremner, 1960) تم تقدير الفسفور المتاح اعتماداً على طريقة (Olsen *et al.*, 1954) من خلال الاستخلاص بكلوريد البوتاسيوم والكشف باستخدام جهاز المطياف الضوئي Photosectrometer و البوتاسيوم المتاح اعتماداً على طريقة (Jackson 1967) باستخدام الأمونيوم اسيتات والكشف باستخدام جهاز اللهب Hange's flame photometer، في حين تم تقدير كل من عنصري الكالسيوم والمغنزيوم بطريقة الهضم الرطب والمعايرة بالفيرسينات اعتماداً على طريقة (Arslan and Tyson, 1990) في التربة المختبرة كما هو موضح في الجدول (1).

الجدول (1): الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة موقع الزراعة ومعاملاتها المختلفة

المعاملة		الخصائص الفيزيائية*			الخصائص الكيميائية**		
		طين	سلت	رمل	المادة العضوية	N المعدني	P المتاح
التربة قبل التجهيز		57	25	18	5.45	27	36
التربة بعد التجهيز					26.86	59	22
<i>Bacillus subtilis</i> (Bs)					27.70	47	30
<i>Beauveria bassiana</i> (Bb)					25.19	41	33

* تم تقدير نسبة كل من الرمل والصلت والطين كنسبة مئوية (غرام/100 غرام).

** جميع العناصر تم تقديرها ب ppm، تم تقدير الأزوت بصورة أمونيا NH₄، (العنصر المناخ هو العنصر الذائب في محلول التربة والموجود على سطح غرويات التربة القابل للتبادل). أما نسبة المادة العضوية فتم تقديرها كنسبة مئوية (غرام/100 غرام تربة).

2- المادة النباتية:

استخدم في البحث صنف الخس (Letitia)، وهو صنف أمريكي المنشأ، مبكر بالنضج يتميز بكبر حجم النباتات والرؤوس، الأوراق الخارجية ذات لون أخضر غامق، والداخلية أخضر مصفر، إنتاجه عال وطعمه حلو المذاق.

3- المواد المستخدمة في البحث:

تم اختبار نوعين من الأسمدة الحيوية وهي السماد الحيوي *Bacillus subtilis* (Bs) والسماد الحيوي *Beauveria bassiana* (Bb).

استخدمت العزلة FZB27 من البكتريا *Bacillus subtilis* المقدمة من معهد التقانات الحيوية في برلين -ألمانيا. حيث تم إكثار العزلة البكتيرية باستخدام المستنبت الغذائي Tryptone Soy Agar اعتماداً على طريقة (Gudiña et al., 2012)، ومن ثم تم تحضين الأطباق لمدة 48 ساعة والتحصين عند حرارة 28° س. ولتنفيذ فاعلية هذه البكتريا كسماد حيوي تم إكثارها في 100 مل من المستنبت الغذائي Tryptone Soy Broth في زجاجة سعة 250 مل مع التحصين على حرارة 28° س لمدة 48 ساعة على هزاز بسرعة 125 دورة/دقيقة. قدرت كثافة البكتريا في المزرعة السائلة بزراعة التخفيف على الوسط الصلب بطريقة النقط، حيث تم الحصول على تركيز 10⁸ x 8.5 خلية بكتيرية/مل من المزرعة السائلة. تم حقنه في منطقة الجذور بمعدل 10 مل/نبات بعد أسبوع من الزراعة.

تم تحضير المعلق البوغي بصورة أبواغ كونيديا للعزلة الفطرية المختبرة *Beauveria bassiana* المعزولة من تربة بستان زيتون - قرية منجىلا - اللاذقية، وينتمي الفطر إلى مملكة الفطريات Fungi شعبة الفطريات الأسكية Ascomycota صف Sordariomycets رتبة Hypocreales جنس *Beauveria*، اعتماداً على طريقة (Parsa et al., 2013)، تم إكثار العزلة المختبرة مخبرياً على مستنبت آجار البطاطا PDA والتحصين لمدة أسبوع عند حرارة 25° س في الظلام، ثم تم كشط النمو الميسليومي من على الطبق وغسله ب 10 مل ماء مقطر تحت ظروف معقمة، ليتم نقلها إلى دورق يحتوي على 10 مل ماء توين Twin (0.01% حجم/حجم)، حيث تم بعد ذلك ترشيحه عبر قطعة قماش للتخلص من أي ميسليوم، ثم وضع المعلق البوغي على هزاز لتجانس توزيع الأبواغ لمدة 10 دقائق. تم تقدير تركيز المعلق البوغي وضبطه على التركيز (10⁷ بوغ/مل). تم حقنه في منطقة الجذور بمعدل 10 مل/نبات بعد أسبوع من الزراعة.

4- الزراعة:

تم تجهيز الأرض بحراستها وتسوية سطحها وتقطيعها إلى مصاطب بعرض 100 سم وإضافة الأسمدة العضوية المختمرة بمعدل 0.15 كغ/م². تم تجهيز الشتول بزراعة البذور مخبرياً ضمن صواني من الكومبوست بتاريخ 2022/9/13. تم نقل الشتول بعمر 35 يوماً

بتاريخ 20022/10/18، في خطوط ثنائية تبعد عن بعضها مسافة 40 سم، ومسافة 40 سم بين النبات والآخر على نفس الخط، وكثافة نباتية بلغت 6.25 نبات/م². كما تمت زراعة خطوط حماية على جوانب المعاملات. وتم ري النباتات بطريقة الري بالتنقيط.

5- معاملات التجربة: تضمنت التجربة (3) معاملات:

1. شاهد: تربة بدون تسميد.
2. تسميد التربة بالسماد الحيوي *Beauveria bassiana* (Bb) بتركيز (10⁷) بوغة/مل، تم حقنه كل إسبوعين في منطقة الجذور بمعدل 10 مل/نبات بعد أسبوع من الزراعة .
3. تسميد التربة بالسماد الحيوي *Bacillus subtilis* (Bs) بتركيز 8.5 x 10⁸ خلية بكتيرية/مل. تم حقنه كل إسبوعين في منطقة الجذور بمعدل 10 مل/نبات بعد أسبوع من الزراعة.

6- تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

صممت التجربة وفقاً لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة اعتماداً على (Dospekhova, 1985)، وشمل البحث ثلاث معاملات، بأربعة مكررات لكل معاملة، و(20) نباتاً في كل مكرر، وبلغ عدد القطع التجريبية (12)، وعدد النباتات الكلي في التجربة (240) نباتاً، (3 معاملات × 4 مكررات × 20 نبات/مكرر). تم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي Genestate12، واختبار تحليل التباين ANOVA، وحساب قيمة LSD عند مستوى معنوية 5%.

7- القراءات:

تم أخذ عينات (5 نباتات بصورة عشوائية) بعد شهر ونصف من الزراعة حيث تم حساب المؤشرات الخاصة بالنمو الخضري من متوسط عدد أوراق المسطح التمثيلي (ورقة/نبات)، متوسط عرض أوراق المسطح التمثيلي (سم)، متوسط طول الساق (سم)، متوسط طول الجذر (سم)، متوسط مساحة المسطح الورقي سم²/نبات، تم القياس بعد مرور شهر ونصف على الزراعة ضمن البيت المحمي، وجرى الحساب بطريقة الأقراص (Watson, 1952) كما تم أخذ مساحة الأوراق الخارجية الكاملة المسؤولة عن عملية التمثيل الضوئي ومتوسط دليل المسطح الورقي م²/م² اعتماداً على طريقة (Beadle, 1989). في حين شملت المعايير الخاصة بكمية الإنتاج (مقدرة بالغرام) متوسط كل من وزن النبات، متوسط وزن الرأس، متوسط وزن الساق، متوسط وزن الجذر، كما تم حساب الإنتاجية كغ/م². كما تم حساب بعض معايير جودة الإنتاج كنسبة المادة الجافة % بالتجفيف على حرارة 105°م حتى ثبات الوزن والمواد الصلبة الذائبة %، بواسطة جهاز Refractometer Digital. وتركيز النترات مغ/كغ ووزن طازج، باستخدام جهاز Nitrate-tester soils وفقاً لـ (Holty and Potworowski, 1972)

النتائج والمناقشة:

قامت هذه الدراسة بدراسة تأثير نوعين من الأسمدة الحيوية على بعض معايير النمو الخضري والمعايير الإنتاجية والنوعية لنبات الخس المزروع تحت ظروف البيت المحمي والري بالتنقيط.

يبين الجدول (1) بأن تربة البيت المحمي المستخدم في الزراعة طينية-سلتية فقيرة بالمادة العضوية، كما تحتوي على كمية قليلة من العناصر الغذائية كالأزوت والبوتاسيوم. لكن لوحظ زيادة واضحة في كل من نسبة المادة العضوية والعناصر المتاحة في المعاملات مقارنة بالشاهد والسبب يعود إلى قدرة كل من البكتيريا *Bacillus subtilis* والفطر *Beauveria bassiana* على معدنة المادة العضوية كما تعمل هذه الكائنات على استخلاص البوتاسيوم من معادن الطين وإتاحتها للنبات وهذا ما أكدته (Chen 2006)، كما تعمل هذه الكائنات على زيادة نسبة الفوسفور في التربة (Marschner, 1995).

1- تأثير التسميد الحيوي على بعض صفات النمو الخضري لنبات الخس ضمن البيت المحمي:

تبين النتائج بأن الأسمدة الحيوية قد ساهمت في تحسين صفات النمو الخضري لنبات الخس مقارنة بالشاهد لكن دون فروق معنوية (جدول 2). حيث لوحظ أعلى وزن للساق في معاملة السماد الحيوي (Bb) (99.67 غ) تلاه معاملة السماد الحيوي (Bs) (71 غ) مقارنة مع الشاهد (68 غ). وهذا يتوافق مع نتائج كل من (Criollo et al., 2011.; Kahlil et al., 2016 and Mohammed et al., 2022) حيث تعمل الكائنات الحية والمستخدم كسماد حيوي على تحلل المادة العضوية إلى عناصر غذائية متاحة للنبات وتحررها ببطء مما يقلل من فقدها عن طريق الانغسال وبالتالي ينعكس ذلك على معايير النمو الخضري لنبات الخس، إضافة إلى منظمات النمو التي تفرزها هذه الكائنات الدقيقة والتي تحسن من نمو النبات وبالتالي إنتاجيته (Kahlil et al., 2016).

يبين الجدول (2) تفوق السماد الحيوي (Bb) من ناحية تأثيره على وزن اللب (202 غ) مقارنة مع السماد الحيوي (Bs) (97.3 غ) والشاهد (145 غ). وهذا يعود إلى نقص الأزوت المعدني في بداية تطور النبات والتي تستخدمه الكائنات الدقيقة المستخدمة كسماد حيوي في تحطيم المادة العضوية (Zaki et al., 2008).

توضح النتائج دور السماد الحيوي (Bb) في زيادة طول الجذر (16.3 سم) مقارنة مع السماد الحيوي (Bs) والشاهد (12 و 12.3 سم) على التوالي. وهذا ما بينه (Marschner, 1995) عن دور الأسمدة الحيوية في تحسين نمو وشكل جذور النباتات. كما أن زيادة نسبة الفوسفور المتاح في التربة نتيجة تطبيق السماد الحيوي (جدول 1) يشجع عمليات الاستقلاب وإنتاج خلايا جديدة كما يساهم الفوسفور في زيادة حجم الخلية بالتالي زيادة الكتلة الجذرية للنبات وهذا يتوافق مع (Marschner, 1995).

كما ساهمت المعاملة بكل نوعي السماد الحيوي في زيادة عدد الأوراق الخارجية وقطر الورقة دون فروق معنوية مع الشاهد (جدول 2). وهذا يتوافق مع نتائج (Kumar et al., 2011) حيث تشير الدراسات إلى أن فاعلية الكائنات الدقيقة المستخدمة كسماد حيوي يعتمد بصورة أساسية على نوع العزلة المستخدمة وشراستها، مصدر المادة العضوية المضافة، والعوامل الحيوية وغير الحيوية التي تؤثر على انتشارها ومثابرتها في التربة (Omomowo and Babalola 2019).

الجدول (2): تأثير التسميد الحيوي في بعض صفات النمو الخضري لنبات الخس ضمن ظروف البيت المحمي

المعاملة	وزن الساق*	وزن الجذر*	وزن اللب*	عدد الأوراق الخارجية**	طول الجذر&	طول الساق&	قطر الورقة&
<i>Bacillus subtilis</i> (Bs)	71 ^b	57.67 ^a	97.3 ^c	25.3 ^a	12 ^b	10.7 ^a	15.89 ^a
<i>Beauveria bassiana</i> (Bb)	99.67 ^a	75.33 ^a	202 ^a	24.8 ^a	16.3 ^a	10.7 ^a	15.89 ^a
شاهد	68 ^b	59 ^a	145 ^b	21.6 ^a	12.3 ^b	12.5 ^a	15.11 ^a
LSD 5%	13.14	21.55	16.26	3.83	2.621	4.45	2.66

* الأوزان مقدرة بالغم. ** عدد الأوراق الخارجية ورقة/نبات. & الأطوال مقدرة بالسم.

2- تأثير التسميد الحيوي على بعض المعايير الإنتاجية لنبات الخس ضمن البيت المحمي:

ساهم نوعي السماد الحيوي في تحسين المعايير الإنتاجية مقارنة بالشاهد (جدول 3). حيث سجل أعلى وزن للنبات في معاملة السماد الحيوي (Bb) (811.7 غ) تلاها معاملة السماد الحيوي (Bs) (641 غ) مقارنة بالشاهد (583.7 غ) (جدول 3). كما ساهمت معاملة نباتات الخس بنوعي السماد الحيوي على زيادة وزن أوراق المسطح التمثيلي حيث بلغت لكلا نوعي السماد الحيوي (Bb) و (Bs) 434.7 غ و 415 غ على التوالي مقارنة بالشاهد 310.7 غ. هذا عائد إلى التوازن الغذائي وحصول النبات على الغذاء بالصورة الجيدة والمناسبة (Tomer et al., 1995).

كما تبين النتائج بأن هناك فروق معنوية واضحة بين المعاملات في زيادة وزن الرأس لنبات الخس حيث سجل أعلى وزن للرأس في معاملة السماد الحيوي (Bb) 377 غ في كان وزن الرأس معاملة السماد الحيوي (Bs) 226 غ أقل من معاملة الشاهد

272 غ. كما تبين النتائج دور السماد الحيوي في زيادة الإنتاجية في وحدة المساحة (m^2). حيث بلغت إنتاجية وحدة المساحة في معاملة السماد الحيوي (Bb) 5.07 كغ وفي معاملة السماد الحيوي (Bs) 4 كغ وهذا يتوافق مع نتائج (Xu et al., 2003 and Young et al., 2003 and González et al. 2019) حيث توضح هذه الدراسات دور السماد الحيوي في إنتاج منظمات النمو النباتية كالجبرلينات والأوكسينات والسيتوكينين التي لها دور هام في العمليات الحيوية والكيميائية في النبات والتي بدورها تؤثر بشكل واضح على إنتاجية النبات.

الجدول (3): تأثير السماد الحيوي في الصفات الإنتاجية لنبات الخس ضمن ظروف البيت المحمي

المعاملة	وزن أوراق المسطح التمثيلي*	وزن النبات*	وزن الرأس*	الإنتاجية**	% للشاهد
<i>Bacillus subtilis</i> (Bs)	415 ^a	641 ^b	226 ^c	4 ^b	9
<i>Beauveria bassiana</i> (Bb)	434.7 ^a	811.7 ^a	377 ^a	5.07 ^a	39.28
شاهد	310.7 ^b	582.7 ^b	272 ^b	3.64 ^b	-
LSD 5%	41.85	61.86	42.79	0.38	-

*أوزن كل من أوراق المسطح التمثيلي ووزن النبات ووزن الرأس مقدرة بالغرام.
**الإنتاجية مقدرة كغ/م².

3- تأثير التسميد الحيوي على بعض الصفات النوعية لنبات الخس ضمن البيت المحمي:

أثر التسميد الحيوي على مساحة ودليل المسطح الورقي لنبات الخس مقارنة بالشاهد (جدول 4)، حيث ساهم التسميد الحيوي في زيادة متوسط مساحة المسطح التمثيلي ودليل المسطح الورقي مقارنة بالشاهد بفروق معنوية واضحة، وسجلت أعلى قيمة لهما في معاملة السماد الحيوي (Bs) 7924 سم²/نبات و 4.95 تلاها معاملة السماد الحيوي (Bs) 6335 سم²/نبات و 3.95 في حين كانت في الشاهد 4551 سم²/نبات و 2.84.

الجدول (4): تأثير التسميد الحيوي في متوسط مساحة ودليل المسطح الورقي لنبات الخس ضمن ظروف البيت المحمي

المعاملات	متوسط مساحة المسطح التمثيلي	الدليل
<i>Bacillus subtilis</i> (Bs)	7924 ^a	4.95 ^a
<i>Beauveria bassiana</i> (Bb)	6335 ^b	3.95 ^b
شاهد	4551 ^c	2.84 ^c
LSD 5%	1117.3	0.69

يوضح الجدول (5) بأن التسميد الحيوي لنبات الخس قد أثر على بعض المعايير النوعية لنبات الخس حيث ساهمت المعاملة بكلا نوعي السماد الحيوي في زيادة النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة (4.56% و 3.7%) لكل من السماد الحيوي (Bs) والسماد الحيوي (Bb) على التوالي. في حين بلغت متوسط النسبة المئوية للمادة الجافة في معاملة السماد الحيوي (Bs) 6.60% وفي معاملة السماد الحيوي (Bb) 5.37% مقارنة بمعاملة الشاهد 5.82%.

إن هذا الاختلاف في دليل مساحة المسطح الورقي ناتج عن اختلاف المساحة الورقية لنبات الخس في المعاملات المختلفة، حيث تتراوح القيمة المثلى لدليل مساحة الورقة بين 2.5-5 وهي القيمة التي يحدث عندها أقصى تراكم للمادة الجافة، بالمقابل يقل تراكم المادة الجافة بانحراف قيمة دليل مساحة الورقة عن القيمة المثلى بالزيادة أو النقصان (Asadov et al., 2017). إن تفوق الأسمدة الحيوية في زيادة مساحة المسطح الورقي عائد إلى إنتاج الكائنات الحية والمستخدمة كسماد حيوي لمنظمات النمو النباتية والتي تؤثر بشكل واضح على مجمل العمليات الحيوية والكيميائية في النبات كما تحسن النشاط الأنزيمي للنبات، إضافة إلى دورها في إتاحة العناصر الغذائية للنبات وتسهيل امتصاصها مما ينعكس ذلك على محتوى النبات من المواد الصلبة الذائبة وكتلة الكربون الكلية (Dilon et al., 1987; Kahlil et al., 2016).

تبين النتائج انخفاض تراكم النترات في أوراق نبات الخس حيث سجلت أعلى نسبة للنترات في معاملة السماد الحيوي (Bb) حيث بلغت 110.33 مغ/كغ علماً بأن الحدود المسموح بها في ثمار الخضار الورقية 1000 مغ/كغ وزن طازج (Wang et al., 1998). وهذا يتوافق مع نتائج كل من (Ahmed et al., 2000; Shahein et al., 2013 and Khalil et al. 2016). كما تشير النتائج إلى زيادة واضحة في كمية الأزوت المتاح دون تراكم النترات في أوراق النبات عند المعاملة بالأسمدة الحيوية وهذا يتوافق مع (Ahmed et al., 2000; Shams et al., 2013 and Shahein et al., 2013). حيث يقوم النبات بامتصاص الأزوت بصورة تدريجية نظراً لتحرره بصورة تدريجية في التربة نتيجة نشاط الكائنات الدقيقة المستخدمة كأسمدة حيوية (Ahmed et al., 2000).

الجدول (5): تأثير التسميد الحيوي في بعض الصفات النوعية لنبات الخس ضمن ظروف البيت المحمي:

المعاملة	متوسط نسبة المواد الصلبة الذائبة %	متوسط نسبة المادة الجافة %	متوسط المحتوى من النترات مغ/كغ
<i>Bacillus subtilis</i> (Bs)	4.56 ^a	6.60 ^a	106 ^{ab}
<i>Beauveria bassiana</i> (Bb)	3.7 ^b	5.37 ^b	110.33 ^a
شاهد	3.53 ^b	5.82 ^b	96.33 ^{ab}
LSD 5%	0.62	0.54	17.44

الاستنتاجات والتوصيات:

بينت الدراسة أهمية دور الأسمدة الحيوية في إتاحة الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم وزيادة ذوبانيتها مما يساهم في زيادة إنتاجية النبات. أظهرت النتائج بأن الأسمدة الحيوية قد ساهمت في تحسين صفات النمو الخضري لنبات الخس بأعلى وزن للساق في معاملة السماد الحيوي (Bb) والسماد الحيوي (Bs) (99.67 و 71 غ على التوالي). كما ساهم نوعي السماد الحيوي في تحسين المعايير الإنتاجية حيث سجل أعلى وزن للنبات في معاملة السماد الحيوي (Bb) (811.7 غ) تلاها معاملة السماد الحيوي (Bs) (641 غ). وبلغت إنتاجية وحدة المساحة في معاملة السماد الحيوي (Bb) 5.07 كغ وفي معاملة السماد الحيوي (Bs) 4 كغ. كما ساهمت المعاملة بكلا نوعي السماد الحيوي في زيادة النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة والمادة الجافة. وهذا يبين أهمية نشاط الكائنات الدقيقة المستخدمة كسماد حيوي في إتاحة العناصر للعناصر للنبات وتحررها من المادة العضوية بصورة تدريجية مما ينعكس ذلك على نمو النبات (Rather et al., 2018).

تبين الدراسة الدور الهام للأسمدة الحيوية كمصدر مستمر ومستدام بالتالي لا بد من التوجه نحو الطرق الأكثر استدامة وصديقة للبيئة في تحسين إنتاجية المحاصيل الزراعية وصيانة الترب الزراعية. لكن هذه النتائج تحتاج إلى اختبارها على المدى الطويل وتحت ظروف الحقل ودراسة تأثيرها على خصوبة التربة وإنتاجية المحاصيل مع الأخذ بعين الاعتبار العائد الاقتصادي من تطبيقها. كما يجب التركيز على العزلات المحلية من الكائنات النافعة والتي تتواجد بصورة طبيعية في تربنا الزراعية واختبار كفاءتها وإمكانية الدمج فيما بينها ومقارنتها مع التسميد المعدني.

المراجع:

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2020). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي – مديرية قسم الإحصاء، دمشق – سورية.
Ahmed, A.H., J.F. Mishriky and M. K. Khalil, (2000). Reducing nitrate accumulation in lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants by using different biofertilizers. ICEHM2000, Cairo University, Egypt, September, pp: 509- 517.

- Araujo, A.S.F.; V.B. Santos and R.T.R. Monteiro. (2008). Responses of soil microbial biomass and activity for practices of organic and conventional farming systems in Piauí state, Brazil. *Eur J Soil Biol*,44:225–230.
- Arslan, Z and Tyson, J.F. (1999). Determination of calcium, magnesium and strontium in soils by flow injection flame atomic absorption spectrometry" (1999). *TALANTA*. 1052.
- Asadov, A.I., E.B. Rafiev, and R.A Kafarova. (2017). Genetic selection of beans. Genetic resource of institute of NAS of Azerbaijan, Baku. Scientific journal of the conference. pp 138-142.
- Bahadur, A.; J. Singh; K.P. Singh; A.K. Upadhyay and M. Rai. (2006). Effect of organic amendments and biofertilizers on growth, yield and quality attributes of Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 76:596-608.
- Bargaz, A.; K. Lyamlouli .; M. Chtouki .; Y. Zeroual and D. Dhiba. (2018). Soil microbial resources for improving fertilizers efficiency in an integrated plant nutrient management system. *Front. Microbiol.* 9:1606.
- Beadle, L.C. (1989). Techniques in bio productivity and photosynthesis. Pergamon press. Oxford New York.Toronto.
- Berg, G.; C. Zachow.; H. Müller.; J. Phillips and R. Tilcher. (2013). Next-generation bio-products sowing the seeds of success for sustainable agriculture. *Agronomy*,3: 648–656.
- Bhardwaj, D.; M.W. Ansari.; R.K. Sahoo and N. Tuteja. (2014). Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. *Microbial Cell Factories*,13: 66.
- Bremner, J.M. (1960). Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. *The Journal of Agriculture Science*, 55(1): 11-33.
- Chen. J-H. (2006). The combine use of chemical and organic fertilizers and /or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use 16 – 20 October 2006
- Criollo, H.; T. Lagos.; E. Piarpuezan and R. Pérez. (2011). The effect of three liquid bio-fertilizers in the production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata). *Agronomía Colombiana.*, 29 (3), 415-421,
- Dillon, S.S. (1987). Influence of varied phosphorus supply on growth and xylem cytokinin level of sycamore (*Platanus occidentalis*, L.). *Seed linp. Physiol.*, 61 :521-524.
- Dospekhov. P.A. (1985). Ways of fields experiment design. 351pp .
- Egamberdieva, D.; F. Kamilova.; S. Validov.; L. Gafurova .; Z. Kucharova and B. Lugtenberg. (2008). High incidence of plant growth stimulating bacteria associated with the rhizosphere of wheat grown on salinated soil in Uzbekistan. *Environ Microbiol*,10:1–9.
- Ferreira, M.J.; H. Silva and A. Cunha. (2019). Siderophore-producing Rhizobacteria as a promising tool for empowering plants to cope with iron limitation in saline soils: a review. *Pedosphere*29,409–420.
- García-Fraile, P.; E. Menéndez and R Raúl Rivas. (2015). Role of bacterial biofertilizers in agriculture and forestry. *AIMS Bioengineering*, 2(3): 183-205.
- González, R. L.; J. Pérez Ramos.; Y. Pérez Hernández.; I. Placeres Espinosa.; S.L. Rodríguez Jiménez and D. Peña Alonso. (2019). Improvement of the agricultural productivity of lettuce and radish by using efficient microorganisms. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 72(3), 8937-8943.
- Gudiña, E. J.; J. F. B Pereira.; L.R. Rodrigues.; J.A.P. Coutinho and J.A. Teixeira. (2012). Isolation and study of microorganisms from oil samples for application in microbial enhanced oil recovery. *Int. Biodeterior. Biodegradation*, 68, 56–64.

- Hanafy, A. H.; J.F. Mishriky and M.K. Khalil. (2002). Reducing nitrate accumulation in lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants by using different biofertilizers. *Annals of Agricultural Science-Cairo-*, 47(1), 27-42.
- Holty, J.G. and H.S. Potworowski.(1972). Brucine analysis for high nitrate Concentrations. *Environmental Sci. 8: Technology*, 6: 835- 837.
- Jackson, M.L. (1967). *Soil Chemical Analysis*, pp.134-65, 429-51. Prentice Hall of India Pvt. Ltd. New Delhi.
- Khalil, M.A.; A.A.M. Mohsen and M.K. Abdel-Fattah. (2016). Effect of Bio and Mineral Nitrogen Fertilization on Growth, Yield and Quality of Lettuce Plants under Sandy Soil Conditions *Middle East Journal of Applied Sciences*, 6(2): 411-417.
- Kumar, V.; R. K. Behl and N. Narula. (2001). Establishment of phosphate solubilising strains of *Azotobacter chroococum* in the rhizosphere and their effect on wheat cultivars under greenhouse conditions. *Microbiol. Res.*, 156: 87-93.
- Liu, N.; C. Shao.; H. Sun.; Z. Liu.; Y. Guan.; L. Wu.,*et al.*(2020). Arbuscular mycorrhizal fungi biofertilizer improves American ginseng (*Panax quinquefolius* L.) growth under the continuous cropping regime. *Geoderma*, 363:114-155.
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of higher Plants*. 2nd Ed. Academic. press, Harcourt Brace and Co. Publishers, London.
- Menamo, M. and Z. Wolde. (2013). Effect of Cyanobacteria application as biofertilizer on growth, yield and yield components of Romaine lettuce (*Lactuca sativa* L.) on soils of Ethiopia. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences*, 4(1): 50-58.
- Mendes, R.; P. Garbeva and J.M Raaijmakers.(2013).The rhizosphere microbiome: significance of plant beneficial plant pathogenic and human pathogenic microorganisms. *FEMS Microbiol Rev*,37:634–663.
- Mohammed, A. A.; S. Soylemez and T. Z.T Sarhan. (2022). Effect of biofertilizers, seaweed extract and inorganic fertilizer on growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* var. longifolia L.). *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Derg*, 26(1): 60-71.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture. pp 939. U. S. Govt. Printing Office, Washington D C.
- Omomowo, O.I. and O. O Babalola. (2019). Bacterial and Fungal Endophytes: Tiny Giants with Immense Beneficial Potential for Plant Growth and Sustainable Agricultural Productivity. *Microorganisms*, 7: 481.
- Parsa, S.; V. Ortiz and F.E. Vega. (2013).Establishing fungal entomopathogens as endophytes: towards endophytic biological control.*J.Vis.Exp.*74,e50360.
- Raja, N.(2013). Biopesticides and biofertilizers: ecofriendly sources for sustainable agriculture. *J Biofertil Biopestici*,1000e112.
- Rather, A. M.; N. Jabeen.; T.A. Bhat.; E.A. Parray.; M.A. Hajam.; M.A. Wani and I.A. Bhat. (2018). Effect of organic manures and bio-fertilizers on growth and yield of lettuce. *The Pharma Innovation Journal* 2018; 7(5): 75-77.
- Riaz, U.; S.M. Mehdi.; S. Iqbal.; H.I. Khalid.; A.A. Qadir.; W. Anum.,*et al.* (2020).“Bio-fertilizers: eco-friendly approach for plant and soil environment,” in *Bioremediation and Biotechnology: Sustainable Approaches to Pollution Degradation*, eds K.R.Hakeem, R.A.Bhat, and H.Qadri (Cham: Springer),188–214.
- Ryder, E.J. (1999). Guiding strategies for breeding vegetable cultivars. *Agricultural Sciences*, 5 (1):

- Shahein, M.M.; S. Abouelhasan and A. Ragab, (2013). Reduction of mineral fertilizers in Lettuce production by using microbial inoculation, potassium humate and potassium silicate. Hortscience Journal of Suez Canal University, Faculty of Agriculture, 1: 77-84.
- Shams, A.S.; H.M. Abd El-Rahman and H. R. El-Ramady. (2013). Evaluation of Integrated Nutrient Management Practices for Lettuce Production under Drip Irrigation System.
- Tomer, R. K., S. K.N. Namdeo, J. S. Raghu and K. P. Tuwar. (1995). Effect of Azotobacter and plant growth regulators on productivity of wheat (*Triticum sativum*) in relation to fertilization. Indian J. Agric. Sci., 56(4): 256-259.
- Walkly, A and I. A. Black. (1934). An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37 (1): 29-38.
- Wang, P.G.F.; M. Satake and K. Horita.(1998). Spectrophotometric determination of nitrate and nitrite in water and some fruit samples using column preconcentration. Talanta, 46 (4): 671-678
- Watson, D.J.(1952). The physiological basis of variation in yield. Adv. Agron. 4: 101-145.
- Xu, H.L.; R. Wang.; R.Y. Xu.; M.A.U. Mridha and S. Goyal. (2003). Yield and Quality of Leafy Vegetables Grown with Organic Fertilizations. Acta Hort. 627, ISHS.
- Young, C.C.; W.A. Lai.; F.T. Shen.; M.H. Hung.; W.S. Hung and A.B. Arun. (2003). Exploring the microbial potentially to augment soil fertility in Taiwan. In Proceedings of the 6th ESAFS International Conference: Soil Management Technology on Low Productivity and Degraded Soils, Taipei, Taiwan. pp. 25-27.
- Youssef, M.M.A. and M.F.M Eissa.(2014). Biofertilizers and their role in management of plant parasitic nematodes .Areview. E3J Biotechnol. PharmRes, 1: 5-6.
- Zaki, M. E.; N. S. Shafshak; M. R. Gabal; A. S. Shams (2008). Effects of N-fertilizer source, biofertilizer and foliar spray with amino acids or garlic extract on growth, yield and fruit quality of sweet pepper plants. Annals Agric. Sci., Moshtohor, 46: 533-544.

The Effect of Biofertilization on some Parameters of Vegetative Growth, Yield and Quality of Lettuce Plants Under Greenhouse Conditions

Nsreen Dib^{(1)*}, Alisar Shaabow⁽¹⁾, Ammar Asekriyeh⁽¹⁾, Omar Hamoudi⁽¹⁾, Amal Haj Hassan⁽¹⁾, Ammar Abbas⁽¹⁾, Soulaf Haloum⁽¹⁾ and Rami Adraa⁽¹⁾

(1). General Commission for Scientific Agriculture Research, Syria.
(*Corresponding author: Dr. Nsreen Dib. E-Mail: nsreendibsh@gmail.com, Mob: 0934373387)

Abstract

The research was carried out at the Agricultural Scientific Research Center in Lattakia, within a 400 m² greenhouse planted with lettuce, during the fall of 2022, with the aim of studying the effect of using bio fertilization on some parameters of vegetative growth, quality and productivity of lettuce plants. The experiment was divided according to the randomized complete block design, where the experiment was included three transactions distributed as follows: 1.soil control without fertilization, 2.fertilization By injecting the soil with the bio fertilizer *Beauveria bassiana* (Bb).3. fertilizing the soil with

the bio fertilizer *Bacillus subtilis* (Bs). The results showed that the bio fertilizers contributed to improving the vegetative growth characteristics of lettuce compared to the control. The highest stem weight was observed in the bio fertilizer (Bb) treatment (99.67 g) followed by the bio fertilizer (Bs) treatment (71 g) compared to the control (68 g). Bio fertilizer (Bb) was superior in terms of its effect on pulp weight (202g) compared to bio fertilizer (Bs) (97.3g) and the control (145g). Bio fertilizer (Bb) also contributed to an increase in root length (16.3 cm) compared to bio fertilizer (Bs) and control (12 and 12.3 cm), respectively. Bio fertilization contributed to an increase in the average representative surface area and the leaf surface index compared to the control with clear significant differences, and the highest value for them was recorded in the treatment of bio fertilizer ((Bs 7924 S2 / plant and 4.95). As for the productivity criteria, the two types of bio fertilizer contributed to improving the productivity parameters compared to the control, where the highest plant weight was recorded in the bio fertilizer treatment (Bb) (811.7 g), followed by the treatment of bio fertilizer (Bs) (641 g) compared to the control (583.7 g). The results also show the role of bio fertilizer in increasing productivity per unit area. The productivity per unit area in the bio fertilizer (Bb) treatment was 5.07 kg and in the bio fertilizer (Bs) treatment 4 kg. The treatment with both types of bio fertilizer contributed to an increase in the percentage of dissolved solids (4.56% and 3.7%) for each of the bio fertilizers (Bs) and biofertilizer (Bb) respectively. The average percentage of dry matter percentage in the biofertilizer treatment (Bs) was 6.60% and in the bio fertilizer treatment (Bb) 5.37% compared to the control treatment 5.82%. Thus the results show the role of biofertilizers in plant growth as a source sustainable and continuous.

Keywords: lettuce, bio fertilization, greenhouse, *Beauveria bassiana*, *Bacillus subtilis*, nitrate concentration, Yield.